

Zahnärztliches Institut der Universität Zürich
Abteilung für Kariologie, Parodontologie
und Präventivzahnmedizin

Vorsteher: Prof. Dr. med. F. Lutz

Arbeit unter der Leitung von Dr. I. Krejci

QUANTITATIVE
IN - VIVO UNTERSUCHUNG
DER MARGINALEN ADAPTATION
VON GEMISCHTEN
KLASSE - V - RESTAURATIONEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Zahnmedizin der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
CHRISTOPH E. LOHER
von Oberriet-Montlingen (SG)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. F. Lutz

Zürich 1988



Zahnärztliches Institut der Universität Zürich
Abteilung für Kariologie, Parodontologie
und Präventivzahnmedizin

Vorsteher: Prof. Dr. med. F. Lutz

Arbeit unter der Leitung von Dr. I. Krejci

QUANTITATIVE
IN - VIVO UNTERSUCHUNG
DER MARGINALEN ADAPTATION
VON GEMISCHTEN
KLASSE - V - RESTAURATIONEN

INAUGURAL - DISSERTATION
zur Erlangung der Doktorwürde
der Zahnmedizin der Medizinischen Fakultät
der Universität Zürich

vorgelegt von
CHRISTOPH E. LOHER
von Oberriet-Montlingen (SG)

Genehmigt auf Antrag von Prof. Dr. med. F. Lutz

Zürich 1988



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41507226_0042

Meinen Eltern und Gertrud

Herrn Prof. Dr. med. F. Lutz danke ich für die Ueberlassung des Themas.

Meinem Kollegen, Dr. med. dent. Ivo Krejci danke ich für die stete Hilfe bei der Planung, Auswertung und Realisation meiner Arbeit.

Danken möchte ich auch Herrn Dr. med. dent. W. Rupf für sein Einverständnis, diese Arbeit in seiner Praxis durchführen zu dürfen.

Marcel Haudenschild danke ich für die Erledigung der Schreibarbeiten.

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung	1
2.	Materialien und Methoden	8
2.1	Probandengut	8
2.2	Restaurationsmaterialien	8
2.3	Restaurationsmethoden	10
2.4	Replikaherstellung	12
2.5	Mikromorphologische Randevaluation	13
2.6	Klinische Evaluation	15
3.	Resultate	16
3.1	Klinische Evaluation	16
3.2	Mikromorphologie der Füllungsråder	20
4.	Diskussion	30
5.	Schlussfolgerungen	35
6.	Zusammenfassung	37
7.	Summary	38
8.	Résumé	39

9.	Literaturverzeichnis	40
10.	Herstellerverzeichnis	47
	Curriculum vitae	49

1. EINLEITUNG

Dank grosser Anstrengungen in der Prävention und dank der Fortschritte in der restaurativen Zahnmedizin kann ein stetig zunehmender Prozentsatz älterer Menschen die eigene Dentition bis ins hohe Alter behalten. Durch degenerative Prozesse am Parodont wird bei diesen Patienten häufig Wurzeldentin entblösst. Die vor allem früher häufig durchgeführten, auf Taschenelimination ausgerichteten radikalen Parodontaloperationen haben ebenfalls entblösste Zahnwurzeln zur Folge. Bei freiliegendem Wurzelzement, bzw. -dentin führen einerseits aggressive Nahrungsbestandteile und destruktive Zahnbürstmethoden in Verbindung mit abrasiven Zahnpasten zur raschen Ausbildung sogenannter keilförmiger Defekte. Andererseits kann sich bei ungenügender Mundhygiene auf freiliegenden Zement- und Dentinoberflächen Karies etablieren (Banting 1984, Wagg 1984).

Im Frontzahnbereich ist die ästhetische Restauration beider Arten von Zahnhalsdefekten unbefriedigend (Going 1972, Hembree & Andrews 1978, Gordon et al. 1986): Als Füllungsmaterial für Klasse-V-Restaurationen kommen nur Kompositwerkstoffe in Frage. Glasionomerzemente sind aus Gründen ungenügender Abrasionsresistenz, rauher Oberfläche und unbefriedigender Ästhetik als permanente Restaurationsmaterialien abzulehnen (Kullmann 1985).

Im Gegensatz zu Glasionomerzementen weisen aber Komposits



keine chemische Haftung an der Zahnhartsubstanz auf. Durch die während der Aushärtung den Kompositmaterialien inhärente Schrumpfung (Hegdahl & Gjerdet 1977, Bowen et al. 1983, Lampert 1983) kommt es deshalb zur Ausbildung von Randspalten (Going 1972, Lutz et al. 1976, Brännström et al. 1984, Davidson & De Gee 1984, Davidson et al. 1984, Munksgaard et al. 1984, Gordon et al. 1986). Die Komposite weisen keine eingebauten kariostatischen Mechanismen auf, wie dies z.B. bei Amalgamen dank den Korrosionsprodukten der Fall ist. Die Randspalten führen somit nicht nur zu unerwünschten Verfärbungen durch eingelagerte Pigmente, sondern auch zum Eindringen von Bakterien und Toxinen ins Innere der Restaurationen. Dies kann zu Hypersensibilitäten, Sekundärkaries und Pulpitis führen (Qvist & Qvist 1977, Hembree & Andrews 1978, Petrin 1983, Hembree 1986).

Im Schmelzrandbereich der Restaurationen kann der Mangel an chemischer Haftung durch die Schmelzätztechnik kompensiert werden (Buonocore 1955). Dabei wird mit ca. 37%-iger Ortho-Phosphorsäure auf schräg zu ihrem Verlauf angeschnittenen Schmelzprismen ein mikromechanisches Retentionsmuster erzeugt. In Verbindung mit einem niederviskösen Versieglervorstrich kann auf einer solcherart vorbehandelten Schmelzoberfläche eine perfekte Randabdichtung von Komposit-Restaurationen realisiert werden (Laswell 1971, Lutz et al. 1976).

Am Dentinrand bringt hingegen die Ätzung mit starken Säuren keine Vorteile. Die Applikation von Phosphorsäure hat eine

demineralisierte, kollagenreiche Schwammschicht zur Folge, auf welcher die Etablierung einer starken Adhäsion unmöglich ist. Zudem führt die Dentinbehandlung mit starken Säuren zur Eröffnung der Dentintubuli, was vermehrten Liquorfluss und Pulpairritationen nach sich zieht (Lee et al. 1973, Vojinovic et al. 1973, Qvist 1975, Macko et al. 1978, Torstenson et al. 1982).

Die Problematik von gemischten Klasse-V-Restaurationen liegt somit hauptsächlich im apikalen Füllungsbereich, d.h. dort, wo sich der Füllungsrand im Dentin befindet.

Um eine klinisch relevante Adhäsion am Dentin zu erzielen, muss eine perfekte Benetzung der Dentinoberfläche in Verbindung mit chemischen Kopplungsmechanismen angestrebt werden (Bowen et al. 1982, Masuhara 1982, Asmussen & Munksgaard 1983). Diese Zielsetzung versucht man mit sog. Dentinhaftmitteln zu erreichen, welche mittlerweile in grosser Zahl auf dem Dentalmarkt angeboten werden. Diese "functional bonding agents" sind im allgemeinen niedervisköse Harze auf Bis-GMA- oder UDMA-Basis, welche spezifische funktionelle Gruppen aufweisen, die mit der organischen und/oder anorganischen Komponente des Dentins eine chemische Bindung eingehen sollen. Gleichzeitig erfolgt eine Kopolymerisation mit der organischen Matrix des Komposits, wodurch eine Haftung des Restaurationsmaterials etabliert werden soll.

Obwohl im Labor mit verschiedenen Dentinhaftmitteln eine

Adhäsion am Dentin erzielt werden konnte (Bowen & Cobb 1983, Causton 1984, Munechika et al. 1984a, Munechika et al. 1984b, Nagata et al. 1984), bestehen für die klinische Anwendung einige Probleme: die initiale Haftung eines Dentinhaftmittels muss schneller und stärker sein als die Polymerisationsschrumpfung des Kompositmaterials (Davidson et al. 1984). Zudem muss der einmal etablierte Verbund über längere Zeit dem thermischen und mechanischen Stress in der Mundhöhle standhalten und chemisch nicht desintegrieren. Diese Forderungen konnten mit den gegenwärtig zur Verfügung stehenden Formulierungen nur ungenügend erfüllt werden (Lampert 1983).

Als Ausweg aus diesem Dilemma wurde einerseits versucht, die Haftkraft der Dentinhaftmittel durch Kombination von verschiedenen Produkten zu steigern. So wurden z.B. mit der Kombination von Gluma und Clearfil New Bond extrem hohe Haftwerte am Dentin gefunden (Munksgaard et al. 1985a, Munksgaard et al. 1985b). Gleichzeitig sollten mittels geeigneter Kavitätenformen, Polymerisations- und Insertionstechniken die Auswirkungen der Polymerisationsschrumpfung auf die Randadaptation minimiert werden (Hansen 1984). Die durchschnittliche Polymerisationsschrumpfung liegt bei 1,5 bis 3,0 Vol% (Goldmann 1983). Bei lichthärtenden Kompositkonstruktionen sind die Schrumpfungsvektoren zudem in Richtung der Energiequelle gerichtet. Sie sind also einer gegebenenfalls bestehenden Dentinadhäsion genau entgegengesetzt (Bausch 1982). Aus diesem Grund wurde zum Einbringen von

lichthärtenden Komposit in die Kavität die Inkrementtechnik mit gerichteter Polymerisation eingeführt. Mit der Insertion und selektiven Aushärtung einzelner Schichten kann der absolute Betrag der Schrumpfung pro Inkrement minimiert werden. Die Ausrichtung der Schrumpfungsvektoren gegen die Kavitätenwände sollte ein Aufschrumphen der Kompositmasse auf den Kavitätenrand begünstigen. Dadurch würde der Randschluss optimiert. Bei den Restaurationen der Klasse II führten die obenerwähnten Massnahmen zum Erfolg (Krejci et al. 1987). In der besonderen geometrischen Situation der Klasse-V-Kavität, welche allseits umschlossen ist, haben die Schichttechnik und die gerichtete Polymerisation keine Vorteile gezeigt (Krejci & Lutz 1988). Deshalb wurde auf chemisch härtende Systeme zurückgegriffen. Ihr Vorteil besteht im relativ langsamen Härungsverlauf, welcher das Fliessen des Materials erlaubt. Dieser sogenannte Flow kompensiert zum grossen Teil den Polymerisationsstress (Davidson & De Gee 1984). Zusätzlich wird bei chemisch härtenden Kompositrestaurationen durch Kompression der darüber gelegten Zahnhalsmatrize der Randschluss nochmals optimiert. Somit wären vor allem in Verbindung mit einer nach den Regeln der Adhäsiven Restauration (AR) präparierten Kavität optimale Randmorphologien zu erwarten: Das chemisch härtende Komposit, dessen Schrumpfungszentrum in der Massenmitte liegt, sollte nämlich auf die der AR inhärente Randnase aufschrumphen und zum dichten Randschluss führen.

Der zweite Weg zur Optimierung der Randadaptation im Dentin wurde über die Glasionomerzement-Unterfüllung beschritten.

Dabei wurde von der zwar geringen, aber recht zuverlässigen chemischen Haftung des Glasionomerzementes am Dentin ausgegangen. Da nach der Oberflächenätzung einer Glasionomerzement-Unterfüllung mit 37%-iger Ortho-Phosphorsäure ähnlich dem Schmelz ein mikromechanisches Retentionsmuster resultiert, wurde postuliert, dass eine Kompositrestauration mittels geätzter Glasionomerzement-Unterfüllung im Dentin abgedichtet werden kann (Mc Lean et al. 1985).

Die vorliegende Arbeit hatte zum Ziel, die oben beschriebenen Hypothesen klinisch zu überprüfen. Dazu wurden die Ränder von gemischten Klasse-V-Restaurationen mittels Rasterelektronenmikroskop sofort nach dem Legen und nach 6 Monaten Tragdauer im Munde evaluiert. Gleichzeitig wurde eine klinische Beurteilung dieser Restaurationen durchgeführt.

2. MATERIALIEN UND METHODEN

2.1 PROBANDENGUT

Bei den insgesamt 28 behandelten Zähnen handelte es sich um 14 Frontzähne und 14 Prämolaren, 9 im Oberkiefer und 19 im Unterkiefer. Das Durchschnittsalter der behandelten Patienten betrug 36,4 Jahre.

Vor Beginn der Untersuchung wurden die Probanden in einem Mundhygiene-Intensivprogramm parodontal vorbereitet.

2.2 RESTAURATIONSMATERIALIEN

Die Versorgung der kariösen Klasse-V-Läsionen wurde in drei Gruppen zu je 7 Restaurationen unterteilt. In einer vierten Gruppe wurden 7 keilförmige Defekte versorgt. Alle Läsionen lagen ungefähr zur Hälfte im Schmelz, zur anderen Hälfte im Dentin.

Für die erste Gruppe (Kontrollgruppe) wurde als Füllungsmaterial das lichthärtende, mikrogefüllte Komposit Durafill (1) verwendet. In der zweiten Gruppe wurde eine Glasionomerzement-Unterfüllung (2) verwendet, welche nach 20 Sekunden Anätzung mittels Phosphorsäure(1) mit Durafill verblendet worden ist.

In den Gruppen 1 und 2 wurde Durafill Bond (1) - ein non functional bonding agent - als Versieglervorstrich

verwendet.

Bei der dritten und vierten Gruppe wurde versucht, die Dentinhaftung mit Gluma-Bond (3) in Kombination mit Clearfil New Bond (4) zu etablieren. Als Füllungsmaterial wurde in den Gruppen 3 und 4 das chemisch härtende Komposit Clearfil (4) eingesetzt.

In Tabelle 1 sind die Versuchsgruppen im Detail charakterisiert.

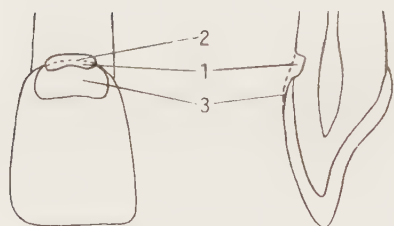
Tabelle 1 Marginale Adaptation von gemischten
----- Klasse-V-Füllungen in vivo:
Übersicht über die analysierten Füllverfahren,
variable Größen: Kavitätenform, Randkonfiguration,
Schmelzätzung, Cleansing, Unterfüllung, Dentinhaft-
mittel, Versiegler-
vorstrich, Füllungsmaterial.

Gruppe	Kavitäten- form	Randkon- figuration (Schmelz/ Dentin)	Schmelz- ätzung H_3PO_4	Cleansing	Unter- füllung	Dentin- haft- mittel	Versiegler- vorstrich	Füllungs- material
1	recht- winklig	Anschrägung/ rechtwinklig	+	H_2O -Spray	$(Ca(OH)_2)$	-	Durafill Bond	Durafill
2	recht- winklig	Anschrägung/ rechtwinklig	+	H_2O -Spray	GIZ geätzt	-	Durafill Bond	Durafill
3	adhäsiv	Anschrägung/ Anschrägung	+	EDTA	$(Ca(OH)_2)$	Gluma	Clearfil New Bond	Clearfil
4	Erosion	Anschrägung/ auslaufend	+	EDTA	$(Ca(OH)_2)$	Gluma	Clearfil New Bond	Clearfil

2.3 RESTAURATIONSMETHODEN

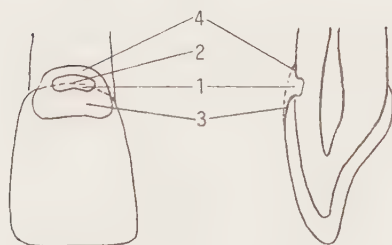
Nach vorgängiger Zahnreinigung mit einem Bimsstein-Wasser-Gemisch und rotierendem Gumminäpfchen wurden die folgenden Kavitätenformen präpariert:

Gruppen 1 und 2: - Abschrägung im Schmelz
- Rechter Winkel im Dentin



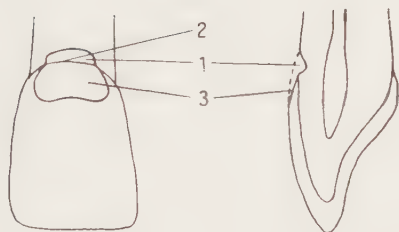
- 1: gemischte Kl.-V-Kavität
- 2: Schmelz-Zement-Grenze
- 3: Abschrägung im Schmelz

Gruppe 3: Abschrägung im Schmelz und im Dentin



- 1: gemischte Kl.-V-Kavität
- 2: Schmelz-Zement-Grenze
- 3: Abschrägung im Schmelz
- 4: Abschrägung im Dentin

Gruppe 4: Nur Abschrägung im Schmelz. Keine
Kavitätenpräparation.



- 1: Keilförmiger Defekt
- 2: Schmelz-Zement-Grenze
- 3: Abschrägung im Schmelz

Alle Restaurationen wurden unter Kofferdam (5) gelegt.

Bei der Gruppe 1 (Kontrollgruppe) wurde das Dentin - wenn nötig - an der tiefsten Stelle mit einer hart abbindenden Calcium-Hydroxid-Unterfüllung (6) abgedeckt. Danach wurde der Schmelz mit 37%-iger Phosphorsäure (1) während 60 Sekunden geätzt. Im folgenden Schritt wurde der nichtfunktionelle Versiegler Durafill Bond (1) aufgetragen und dünn ausgeblasen. Die Versorgung der Kavität erfolgte anschliessend mit dem lichthärtenden Komposit Durafill (1) in mehreren Portionen, wobei jede Schicht während 60 Sekunden mit Licht (12) polymerisiert wurde.

Bei der Gruppe 2 wurde eine Glasionomerzement-Unterfüllung (2) verwendet. Der Glasionomerzement wurde bis ca 0,5 mm an die Präparationsgrenze im Dentin gezogen. Im nächsten Schritt wurden der Schmelz für 60 Sekunden und der

Glasionomerzement für 20 Sekunden mit Phosphorsäuregel (1) geätzt. Wiederum erfolgte die Versorgung der Kavität nach vorgängiger Applikation von Durafill Bond (1) mit Durafill (1).

Bei den Gruppen 3 und 4 wurden die Unterfüllungen entsprechend der Gruppe 1 gelegt. Nach der Schmelzätzung erfolgte die Dentinvorbehandlung mit Gluma-Cleanser (3). Anschliessend wurde Gluma-Bond (3) auf das Dentin appliziert. Daraufhin wurde der Versieglervorstrich Clearfil New Bond (4) auf Schmelz und Dentin aufgetragen und dünn ausgeblasen. Das chemisch härtende Komposit Clearfil (4) wurde einzzeitig in die Kavität eingebracht und mit einer Zervikalmatrize (7) bis nach erfolgter Aushärtung in situ gehalten.

Das Ausarbeiten aller Füllungen wurde mittels Finierdiamanten (8) und flexiblen Discs (9) durchgeführt. Bei den lichthärtenden Komposits wurde sofort nach der Härtung ausgearbeitet, bei den chemisch härtenden Materialien 15 Minuten nach der Aushärtung.

2.4 REPLIKAHERSTELLUNG

Sofort nach dem Ausarbeiten wurden von den Klasse-V-Restaurationen mit einer additionsvernetzenden Polyvinylsiloxanmasse (10) je zwei Replika pro Füllung hergestellt. Nach einer mindestens 24-stündigen Abbinde- und

Rückstellungsphase wurden diese Replika mit Epoxyharz (11) ausgegossen. Die auf diese Weise erhaltenen Kunststoff-Positive wurden auf REM-Träger montiert und mit einer ca. 100 Angström dicken Goldschicht bedampft.

Nach sechs Monaten Tragdauer wurden die Restaurationen erneut repliziert und die Replika in gleicher Weise wie zu Beginn der Studie für die rasterelektronenoptische Analyse aufbereitet.

2.5 MIKROMORPHOLOGISCHE RANDEVALUATION

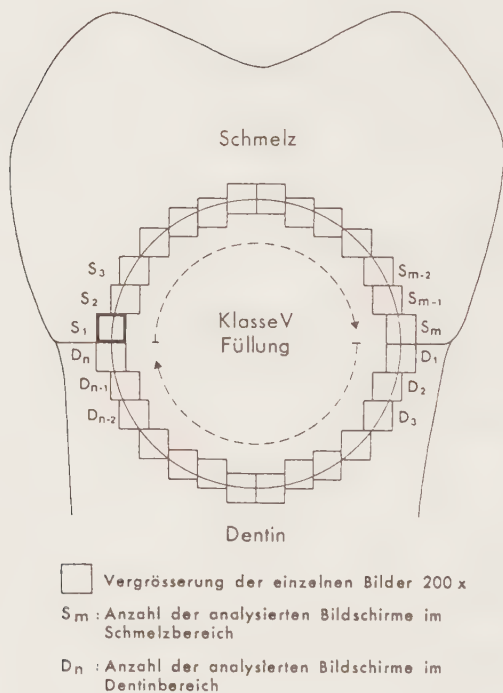
Der Randschluss der Füllungen gleich nach dem Ausarbeiten und nach 6 Monaten Tragdauer wurde mit Hilfe der rasterelektronenoptischen Analyse der Replika bei 200-facher Vergrößerung evaluiert (Lutz 1980).

Der Füllungsrand wurde im Schmelz und im Dentin separat nach den folgenden Kriterien beurteilt:

- Perfekter Rand
- Ueberschuss
- Unterschuss
- Schmelz-/Dentinrandfraktur
- Füllungsrandfraktur
- Randspalt.

Diesen Kriterien wurde der entsprechende Prozentanteil der Gesamtlänge des Füllungsrandes zugeordnet (Abb 1).

Abbildung 1 Quantitative REM-Analyse.
Mikromorphologie des Füllungsrandes



Die erhaltenen Daten wurden mit der T-Methode statistisch untersucht (Sokal & Rohlf 1981). Auf diese Weise konnten Ausgangslage und Veränderungen der Randqualitäten im Schmelz- und im Dentinbereich separat während der Beobachtungsphase registriert werden.

2.6. KLINISCHE EVALUATION

Die Restaurationen wurden zu Beginn der Studie und nach 6 Monaten Tragdauer gemäss den Kriterien des US Public Health Service untersucht. Dazu wurden die Klasse-V-Füllungen einerseits mit Spiegel und Sonde evaluiert, anderseits wurden Fotos von den Initialbefunden und vom 6-Monats-Recall nach den in Tabelle 2 aufgeführten Kriterien beurteilt.

Tabelle 2 Die für die klinische Evaluation der Restaurationen verwendeten Bewertungskriterien (gemäss US Public Health Service rating system)

Category	Restoration score	Criteria used in rating restorations
Color matching ability	Alfa (A)	The restoration matches the adjacent tooth structure in color and translucency
	Bravo (B)	The mismatch in color and translucency is within the acceptable range of tooth color and translucency
	Charlie (C)	The mismatch in color or translucency is outside the acceptable range of tooth color and translucency.
Marginal discoloration	Alfa	No discoloration anywhere on the margin between restoration and the tooth structure.
	Bravo	The discoloration has not penetrated in a pulpal direction along the margin.
	Charlie	The discoloration has penetrated in a pulpal direction along the margin
Secondary caries	Alfa	No caries present
	Charlie	Caries present
Anatomic form	Alfa	The restoration is continuous with existing anatomic form.
	Bravo	The restoration is discontinuous with existing anatomic form, but the missing material is not sufficient to expose dentin or base.
	Charlie	Sufficient material lost to expose dentin or base.

3. RESULTATE

3.1 KLINISCHE EVALUATION

Die Retentionsrate der Restaurationen betrug bei dieser in vivo Untersuchung in allen vier Gruppen 100%.

Alle Patienten mit keilförmigen Defekten (Gruppe 4) klagten vor der Behandlung über Zahnhalsüberempfindlichkeit. Nach der Versorgung dieser Läsionen entsprechend der Methode der Gruppe 4 waren alle Probanden beschwerdefrei.

Abb. 2 zeigt an Zahn 33 eine Restauration der Gruppe 1 und an Zahn 34 eine Restauration der Gruppe 2 sechs Monate nach Insertion. Die Restauration an Zahn 33 zeigt deutliche Randverfärbungen. Die Restauration an Zahn 34 ist klinisch einwandfrei. Gemäss der mikromorphologischen Randanalyse ist der Rand im Dentin bei beiden Füllungen beinahe zu 100% offen.



Abb. 3 zeigt an Zahn 44 eine Restauration der Gruppe 3 sechs Monate nach Insertion. Gemäss klinischer Evaluation ist diese Füllung perfekt. Auch mikromorphologisch weist diese Restauration im Dentin zu rund 75% einen perfekten Randschluss auf.

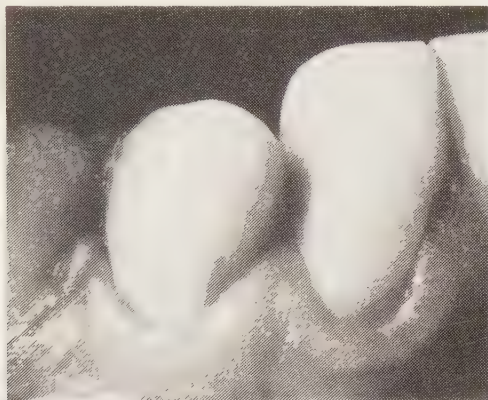


Abb. 4 zeigt an Zahn 13 eine Restauration der Gruppe 4 sechs Monate nach Insertion. Der klinische Befund zeigt perfekte Randverhältnisse. Mikromorphologisch ist der Rand im Dentin zu 53,1% perfekt.



In den nachfolgenden Tabellen 3 bis 6 sind die Resultate der klinischen Evaluation der Gruppen 1 bis 4 aufgeführt:

Tabelle 3 Gruppe 1

Klinische Beurteilung der gemischten Klasse-V-Restaurationen gemäss den Kriterien von US Public Health Service (Tabelle 2) Initial und nach einer Tragdauer von 6 Monaten (n=7)

Restauration Nr.	Farbanpassung		Randverfärbungen		Sekundärkaries		Anatomische Form	
	initial	Recall	init.	Rec.	init.	Rec.	init.	Recall
1	A	A	A	B	A	A	A	A
2	A	A	A	B	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	A	A	A
4	A	B	A	A	A	A	A	A
5	A	C	A	A	A	A	A	C
6	A	A	A	B	A	A	A	A
7	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabelle 4 Gruppe 2

Klinische Beurteilung der gemischten Klasse-V-Restaurationen gemäss den Kriterien von US Public Health Service (Tabelle 2) Initial und nach einer Tragdauer von 6 Monaten (n=7)

Restauration Nr.	Farbanpassung		Randverfärbungen		Sekundärkaries		Anatomische Form	
	initial	Recall	init.	Rec.	init.	Rec.	init.	Recall
1	A	A	A	B	A	A	A	A
2	A	A	A	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	A	A	A
4	A	A	A	A	A	A	A	A
5	B	B	A	B	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	A	A	A
7	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabelle 5 Gruppe 3

Klinische Beurteilung der gemischten Klasse-V-Restaurationen
gemäss den Kriterien von US Public Health Service (Tabelle 2)
Initial und nach einer Tragdauer von 6 Monaten (n=7)

Restau- ration Nr.	Farbanpassung		Randverfärb- bungen		Sekundär- karies		Anatomische Form	
	initial	Recall	init.	Rec.	init.	Rec.	init.	Recall
1	A	A	A	A	A	A	A	A
2	A	A	A	A	A	A	A	A
3	B	B	A	A	A	A	A	A
4	A	A	A	A	A	A	A	A
5	A	A	A	A	A	A	A	A
6	B	B	A	A	A	A	A	A
7	A	A	A	A	A	A	A	A

Tabelle 6 Gruppe 4

Klinische Beurteilung der gemischten Klasse-V-Restaurationen
gemäss den Kriterien von US Public Health Service (Tabelle 2)
Initial und nach einer Tragdauer von 6 Monaten (n=7)

Restau- ration Nr.	Farbanpassung		Randverfärb- bungen		Sekundär- karies		Anatomische Form	
	initial	Recall	init.	Rec.	init.	Rec.	init.	Recall
1	A	A	A	B	A	A	A	A
2	B	B	A	A	A	A	A	A
3	A	A	A	A	A	A	A	A
4	A	A	A	A	A	A	A	A
5	A	B	A	A	A	A	A	A
6	A	A	A	A	A	A	A	A
7	A	A	A	A	A	A	A	A

3.2 MIKROMORPHOLOGIE DER FÜLLUNGSRÄNDER

In den nachfolgenden Tabellen 7 bis 14 und den Abbildungen 5 und 6 sind die Durchschnittswerte der rasterelektronenoptischen Randanalysen der Initialbefunde und der Befunde nach 6 Monaten Tragdauer zusammengefasst. Die Abbildungen 7 - 10 zeigen typische Randkonfigurationen, wie sie im Rasterelektronenmikroskop vorgefunden wurden.

Tabelle 7

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der
Gruppe 1 im Schmelzbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand, RS= Randspalt, SRF= Schmelzrandfraktur, FRF= Füllungsrandfraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	SRF	FRF	UeS	US
initial	69,0	31,0	0	13,8	11,7	6,9
nach 6 Monaten	63,9	36,1	0	22,0	18,0	2,7

Tabelle 8

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der

Gruppe 1 im Dentinbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand, RS= Randspalt, DRF= Dentinrandfraktur, FRF= Füllungsrandfraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	DRF	FRF	UeS	US
initial	31,7	68,3	0,6	11,4	9,1	0
nach 6 Monaten	9,0	91,0	0	38,6	52,8	0

Tabelle 9

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der

Gruppe 2 im Schmelzbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand, RS= Randspalt, SRF= Schmelzrandfraktur, FRF= Füllungsrandfraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	SRF	FRF	UeS	US
initial	71,0	29,0	0	8,7	5,3	0
nach 6 Monaten	55,8	44,2	0	26,7	25,8	0

Tabelle 10

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der

Gruppe 2 im Dentinbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand, RS= Randspalt, DRF= Dentinrandfraktur, FRF= Füllungerandfraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	DRF	FRF	UeS	US
initial	21,7	78,3	0	11,4	10,9	4,3
nach 6 Monaten	14,9	85,1	1,0	12,5	30,8	0

Tabelle 11

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der

Gruppe 3 im Schmelzbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand, RS= Randspalt, SRF= Schmelzrandfraktur, FRF= Füllungerandfraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	SRF	FRF	UeS	US
initial	82,7	17,3	0	7,8	3,3	1,2
nach 6 Monaten	76,3	23,7	0	7,8	2,9	12,1

Tabelle 12

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der
Gruppe 3 im Dentinbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand,
 RS= Randspalt, DRF= Dentinrandfraktur, FRF= Füllungsrand-
 fraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen
 Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	DRF	FRF	UeS	US
initial	84,7	15,3	0	1,0	6,6	0
nach 6 Monaten	74,8	25,2	0	11,9	11,0	1,1

Tabelle 13

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der
Gruppe 4 im Schmelzbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand,
 RS= Randspalt, SRF= Schmelzrandfraktur, FRF= Füllungsrand-
 fraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen
 Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	SRF	FRF	UeS	US
initial	85,7	14,4	0	2,4	3,2	5,6
nach 6 Monaten	61,3	38,7	0,1	15,2	15,0	5,3

Tabelle 14

Mikromorphologie des Füllungsrandes, Resultate der
Gruppe 4 im Dentinbereich

REM-Auswertung nach den Randqualitäten: PR= Perfekter Rand,
 RS= Randspalt, DRF= Dentinrandfraktur, FRF= Füllungsrand-
 fraktur, UeS= Ueberschuss, US= Unterschuss, in % der totalen
 Länge, initial und nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

	PR	RS	DRF	FRF	UeS	US
initial	78,0	22,0	1,7	6,3	4,6	0,9
nach 6 Monaten	53,1	46,9	0,7	12,2	21,3	0

Nach 6 Monaten Tragdauer stieg der Prozentsatz der
 Randqualitäten "Füllungsrandfraktur" (FRF) und "Ueberschuss"
 (UeS) bei allen Gruppen an, ausser im Schmelzbereich der
 Gruppe 3. Das lässt sich dadurch erklären, dass mit der Zeit
 Federränder der Restaurationen brechen, wodurch ein
 Ueberschuss entsteht.

Frakturen im angeschrägten Schmelz konnten weder initial
 noch nach 6 Monaten in vivo beobachtet werden.

Die Gruppen 1 und 2 wiesen im Dentinbereich in etwa den
 gleich niedrigen Prozentsatz "Perfekter Rand" auf.

In der Gruppe 3 war im Schmelz- und im Dentinbereich initial

der Rand auf 82,7% bzw. 84,7% der Gesamtlänge perfekt. Nach 6 Monaten Tragdauer waren noch immer 76,3% bzw 74,8% perfekt.

In der Gruppe 4 war im Schmelz- und im Dentinbereich initial der Rand auf 85,7% bzw. 78,0% der Gesamtlänge perfekt. Nach 6 Monaten Tragdauer nahmen diese Prozentsätze stärker ab als in der Gruppe 3, nämlich auf 61,3% bzw. 53,1% "Perfekter Rand".

Abbildung 5

Mikromorphologie der Füllungs­ränder von gemischten Klasse-V-Restaurationen. Prozentsatz "Perfekter Rand" der Gruppen 1 bis 4 im Schmelz und Dentin unmittelbar nach dem Legen der Füllung (n=7).

Klasse V: Marginale Adaptation in vivo

unmittelbar nach dem Legen der Füllungen

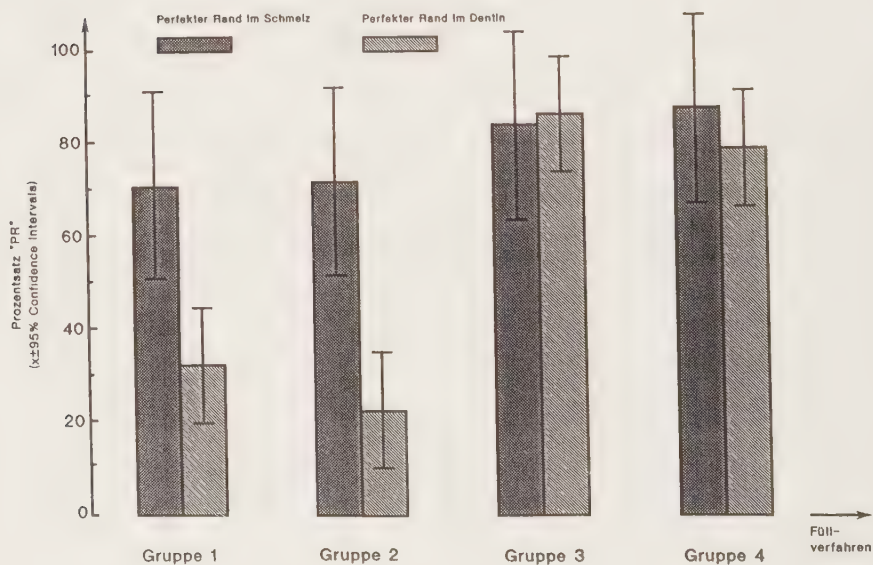


Abbildung 6

Mikromorphologie der Füllungeränder von gemischten Klasse-V-Restaurationen. Prozentsatz "Perfekter Rand" der Gruppen 1 bis 4 im Schmelz und Dentin nach 6 Monaten Tragdauer (n=7).

Klasse V: Marginale Adaptation in vivo

nach 6 Monaten

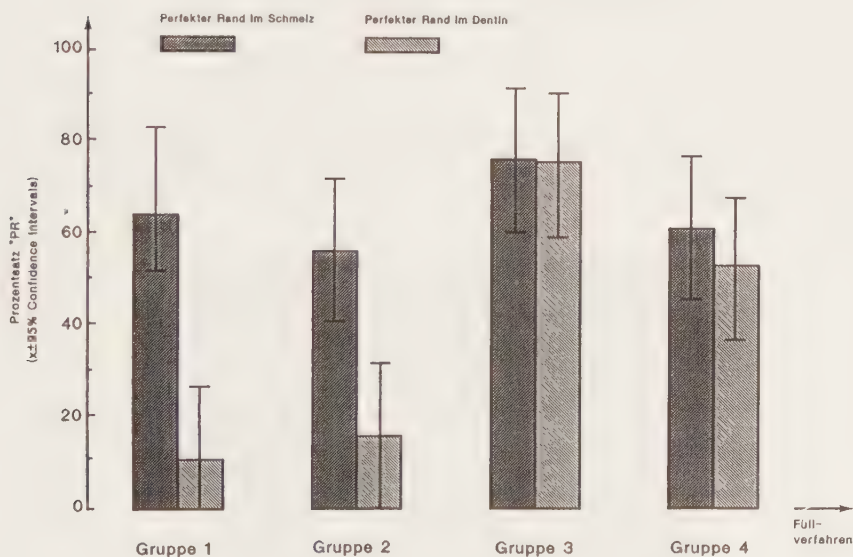


Abbildung 7

Offener Rand im Dentin bei einer Restauration der Gruppe 1 unmittelbar nach dem Legen der Füllung (Vergrößerung 200x).

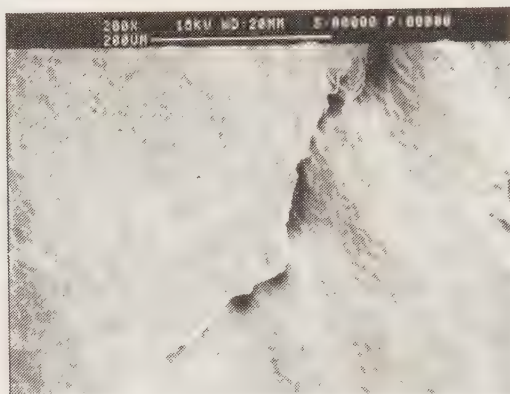


Abbildung 8

Offener Rand im Dentin bei einer Restauration der Gruppe 2 unmittelbar nach dem Legen der Füllung (Vergrößerung 200x).

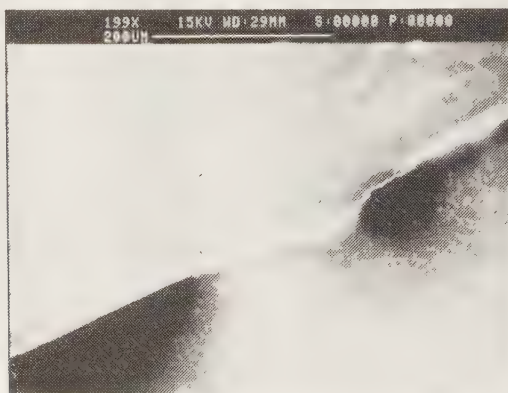


Abbildung 9

Perfekter Rand im Dentin bei einer Restauration der Gruppe 3
nach 6 Monaten Tragdauer im Mund (Vergrößerung 200x).



Abbildung 10

Perfekter Rand im Dentin bei einer Restauration der Gruppe 4
nach 6 Monaten Tragdauer im Mund (Vergrößerung 200x).



4. DISKUSSION

Die meisten klinischen Studien, welche mit Dentinhaftmitteln in Klasse-V-Kavitäten durchgeführt wurden, untersuchen die Retentionsrate als entscheidenden Faktor für die Dentinhaftung. Das Problem dieser Untersuchungen liegt einerseits darin, dass häufig gemischte Klasse-V-Kavitäten mit geätztem Schmelzrand zur Evaluation gelangen. Dadurch wird die Aussage über das betreffende Dentinhaftmittel stark eingeschränkt, da die Retention vorzugsweise auf geätztem Schmelz beruht.

Andererseits werden in den "Retentionsstudien" bei vollständig im Dentin liegenden Klasse-V-Restaurationen die Randverhältnisse nur ungenügend erfasst. Dabei ist es aber gerade die Randsituation, welche über die Lebensdauer einer Restauration entscheidet, auch wenn die Füllung in situ bleiben sollte.

Aus diesem Grund hat man in der vorliegenden Studie zusätzlich zur klinischen Beurteilung versucht, die Randverhältnisse von Klasse-V-Restaurationen mikromorphologisch quantitativ zu erfassen.

Die Resultate der Gruppen 1 und 2 bezüglich der Qualität "Perfekter Rand" sind sowohl im Schmelz als auch vor allem im Dentin über die totale Füllungsrandlänge gemessen annähernd identisch. Die Haftvermittlung der geätzten Glasionomerzement-Unterfüllung hat offenbar keinen Einfluss auf die Randqualität von gemischten Klasse-V-Restaurationen, der Dentinrand bleibt mit und ohne geätzter

Glasionomerzement-Unterfüllung zu praktisch 100% offen.

Da bei dieser Untersuchung nur der Füllungsrand, d.h. der oberflächliche Uebergang von der Kompositrestauration zur Zahnhartsubstanz quantitativ untersucht wurde, kann allerdings über die Tiefenabdichtung der Restauration mittels Glasionomerzement-Unterfüllung nichts ausgesagt werden. Ein Hinweis auf eine klinisch günstigere Konfiguration bei geätzter Glasionomerzement-Unterfüllung liefern die Werte der Randverfärbungen in Tabelle 3, bzw. 4, wo deutlich wird, dass mit geätzter Glasionomerzement-Unterfüllung weniger Randverfärbungen auftreten. Eine Rolle könnte dabei die Fluorfreisetzung des Glasionomerzements spielen.

Die Retentionsrate bei den Gruppen 1 und 2 betrug 100%. Eine Retentionserhöhung mittels geätzter Glasionomerzement-Unterfüllung konnte also nicht beobachtet werden; die Retention ist auf die - offenbar genügend starke - Schmelzhaftung zurückzuführen.

Die bei der Applikation lichthärtender Komposits routinemässig angewandte Schichttechnik, welche die Polymerisationschrankpfung zum grossen Teil kompensieren sollte, erzielte weder in der Gruppe 1 noch in der Gruppe 2 die erhofften Resultate. Dies steht in Uebereinstimmung mit in vitro Studien von Bausch, welcher ebenfalls keinen Einfluss der Schichttechnik auf Randspaltbildung im Dentin feststellen konnte (Bausch 1982).

Bei den Gruppen 3 und 4 wurde chemisch härtendes Komposit verwendet. Die ganze Füllungsmasse wurde einzzeitig in die Kavität eingebracht und mit einer Zervikalmatrize unter leichtem Druck in situ gehalten. Trotz einzzeitiger Applikation lag der Anteil der Qualität "Perfekter Rand" im Schmelz- und vor allem im Dentinbereich initial bei 82,7% bzw. 84,7%. Somit war bei den Gruppen 3 und 4 im Dentinbereich die Randperfektion initial gleich hoch wie im Schmelzbereich. Die Dentinhaftung wies demnach ein gleich hohes Niveau auf wie die Schmelzhaftung. Nach der Tragdauer von 6 Monaten war der Anteil an "Perfektem Rand" nur unwesentlich gefallen. Die Abnahme an "Perfektem Rand" nach 6 Monaten war im Dentin zudem nur wenig stärker als im Schmelz. Die Hydrolyse des verwendeten Dentinhaftmittels spielte in dieser Zeitspanne offenbar keine entscheidende Rolle.

Dieses positive Resultat ist demnach auf die Kombination des starken Dentinhaftmittels und des chemisch härtenden Komposits - welches Flow erlaubt - zurückzuführen.

Die Abschrägung im Dentin bei den adhäsiv präparierten Kavitäten der Gruppe 3 vergrößerte, vergleichbar der Situation im Schmelz, die Adhäsionsfläche und führte zur Bildung einer "Dentin-Nase", auf welche das chemisch härtende Komposit aufschumpfen konnte. Diese Schrumpfung zum Dentin hin wurde durch die Kompression des Komposits mit der Zervikalmatrize während der Aushärtung begünstigt.

Die Abnahme des Prozentanteiles "Perfekter Rand" im Dentinbereich der Gruppe 3 ist zum Teil eine Folge der Zunahme von Füllungsrandfrakturen. Die auslaufenden Federränder in diesem Bereich sind sehr fragil. Durch eine ausgeprägtere Anschrägung des Kavitätenrandes liesse sich die Kompositmasse verstärken. Dadurch würde der Federrand weniger bruchanfällig. So könnte vermutlich der Prozentanteil des "Perfekten Randes" im Dentinbereich auch über längere Zeit auf noch höherem Niveau gehalten werden.

In der Gruppe 4 wurden als Initialbefunde ähnliche Resultate wie bei der Gruppe 3 registriert. Die Abnahme des Prozentsatzes "Perfekter Rand" war aber nach 6 Monaten stärker ausgeprägt.

Diese stärkere Abnahme der Randqualität "Perfekter Rand" bei den Restaurationen der Gruppe 4 lässt sich durch Spannungen im Füllungsbereich erklären, welche in der Erosionskavität hervorgerufen werden. Die Ränder der Restaurationen von keilförmigen Defekten sind aus geometrischen Gründen initial und während der Tragdauer viel stärkeren Kräften ausgesetzt als in adhäsiv präparierten Kariesläsionen. Die horizontale Zahnbürstentechnik als Aetiologiefaktor bei der Entstehung von keilförmigen Defekten könnte auch ein Grund sein für die stärkere Abnützung der Klasse-V-Restaurationen der Gruppe 4 im Vergleich zu den durch die Zahnbürste eher schwach beanspruchten Füllungen der Gruppe 3.

Als weiterer Faktor war auch das Volumen / Oberflächen-Verhältnis der Füllungsmasse bei der Gruppe 3 günstiger als

bei den oft grossflächigen, seichten und in mesiodistaler Richtung ausgedehnten Restaurationen der Gruppe 4. Zudem wurde bei der Gruppe 3 mit zum Teil tiefen kariösen Läsionen anästhesiert. Im Gegensatz dazu erfolgte die Versorgung der Kavitäten der Gruppe 4, bei deren Läsionen nur eine Schmelzabschrägung notwendig war, ohne Anästhesie. Die Anästhesie hatte zur Folge, dass der Pulpadruck erniedrigt war und die Fliessrate des Dentin-Liquors abnahm. Dies könnte sich günstig auf das Trockenhalten der Dentinoberfläche und deren Benetzung durch Gluma Bond auswirken, trotz einer vorgängigen Dentinvorbehandlung mit EDTA, welches den smear layer teilweise entfernt.

Anderseits finden sich bei sklerosierten keilförmigen Defekten häufig keine Dentintubuli. Deshalb sollte dort die Flüssigkeitskontamination der Oberfläche durch Dentinliquor eigentlich eine untergeordnete Rolle spielen. Die Dentinvorbehandlung mit EDTA und Gluma Bond könnte sich zudem auf den frisch präparierten bzw. sklerosierten Dentinoberflächen verschieden auswirken.

Diese Untersuchung wurde unter Praxisbedingungen durchgeführt. Die Randqualität der Füllungen kann somit durchaus als repräsentativ für die klinische Situation gelten. Voraussetzung war allerdings die Erstellung optimaler Arbeitsbedingungen: Kofferdam und Einzelligaturen waren unabdingbar, um Speichel und Sulcus-Fluid vom Operationsfeld fernzuhalten.

5. SCHLUSSFOLGERUNGEN

Ueber die Haftvermittlung durch geätzten Glasionomerzement zwischen Komposit und Dentin ist kein genügender Randschluss im Dentinbereich bei Klasse-V-Restaurationen zu erreichen. Sowohl bei der Kontrollgruppe ohne Dentinhaftmittel (Gruppe 1), als auch bei der Glasionomerzement-Unterfüllungsgruppe (Gruppe 2) ohne Dentinhaftmittel ist bereits initial ein Randspalt im Dentin feststellbar. Durch die Schichttechnik bei der Applikation von lichthärtendem Komposit wird der Randspalt im Dentinbereich nicht verhindert. Trotz Randspalt im Dentin bei der Kontrollgruppe und bei der Glasionomerzement/Kompositgruppe ist während der Beobachtungsdauer jedoch weder Zahnhals-Hypersensibilität noch Sekundärkaries aufgetreten. Einzig die Randverfärbungen waren bei der Kontrollgruppe häufiger.

Bei adhäsiver Präparation und bei keilförmigen Defekten konnte in gemischten Klasse-V-Kavitäten initial und nach 6 Monaten Tragdauer im Mund mit der Kombination von Gluma und Clearfil New Bond eine Dentinhaftung erreicht werden, die in der Größenordnung der Schmelzhaftung liegt.

Nach 6 Monaten wurde bei den keilförmigen Defekten ein stärkerer Abfall der Qualität "Perfekter Rand" festgestellt als bei der adhäsiv präparierten Gruppe.

Alle Versuchsgruppen wiesen eine Retentionsrate von 100% auf. Wie die Resultate zeigten, war jedoch der Randschluss im

Dentin bei den verschiedenen Gruppen sehr unterschiedlich.

✓ Von der Retentionsrate her lässt sich also keine Aussage über den Randschluss und somit über die Wirksamkeit eines Dentinhaftmittels machen.

6. ZUSAMMENFASSUNG

In der vorliegenden Untersuchung wurden verschiedene Restaurationsmethoden zur Optimierung der marginalen Adaptation von gemischten Klasse-V-Restaurationen initial und nach 6 Monaten Tragdauer klinisch und mit Hilfe des Rasterelektronenmikroskops evaluiert.

Mit Hilfe der adhäsiven Kavitätengestaltung mit Anschrägung im Schmelz- und Dentinbereich und der Kombination des Dentinhaftmittels Gluma mit Clearfil New Bond - Versiegler- vorstrich und dem einzeitig in die Kavität eingebrachten, chemisch härtenden Komposit Clearfil konnte eine akzeptable Randqualität von 75% "Perfekter Rand" im Schmelz und im Dentin nach 6 Monaten Tragdauer erzielt werden. Diese unter Praxisbedingungen untersuchte Methode zur Versorgung von gemischten Klasse-V-Läsionen war der sogenannten Sandwich-Technik mit geätzter Glasionomerzement-Unterfüllung und Kompositverblendung in Bezug auf den Randschluss im Dentin überlegen.

7. SUMMARY

In this in vivo investigation different restorative procedures were tested to improve marginal adaptation of mixed class-V-restorations. Immediately after polishing and after six months of service, the restorations were clinically and micromorphologically evaluated.

Using the adhesive restoration-design in the enamel and dentinal parts of the cavities and the combination of Gluma/Clearfil New Bond in connection with the chemically cured Clearfil composite resin acceptable marginal qualities of 75% "Excellent Margin" in enamel and dentin after six months of service in the mouth were achieved. Concerning marginal adaptation, this restorative method for mixed class-V-lesions performed better than the so called sandwich-technique, which involved the application of an etched glass-ionomer-base and light-cured composite.

8. RESUME

Dans l'examen présenté in vivo on a évalué des différentes méthodes de restauration pour améliorer l'adaptation marginale des restaurations de classe V mixte à l'aide de la méthode clinique et d'un microscope électronique à balayage, initial et après six mois.

Avec la configuration de la cavité adhésive avec un biseautage dans l'émail et dans la dentine et la combinaison d'adhésif dentaire Gluma, du scellement avec Clearfil New Bond et le composite autopolymérisant Clearfil qui a été appliqué d'un seul coup dans la cavité, on a obtenu une qualité de bord acceptable. Six mois après d'avoir déposer la restauration, 75% de la totalité du bord dans l'émail et dans la dentine montraient une adaptation parfaite. Cette méthode (examiné dans un cabinet de consultation privé) de traiter des lésions de classe V mixte quant à l'étanchéité du bord dans la dentine que la technique de couche avec des verres ionomères mordancé couvert avec du composite.

9. LITERATURVERZEICHNIS

Asmussen E., Munksgaard E.C.

Bonding of restorative resins to dentin by means of
Methacryloylchloride and Methacryloyl-R-isocyanate.

Scand J Dent Res 91 : 153 (1983)

Banting D.W.

Dental caries in the elderly.

Gerodontology 3 : 55 (1984)

Bausch J.R.

Polymerisatiekrimp in Tandheelkundige Composieten II.

Klinisch-materiaalkundige Eigenschappen.

Academisch Proefschrift, Amsterdam 1982 : 71

Bowen R.L., Cobb E.N., Rapson J.E.

Adhesive bonding of various materials to hard tooth
tissues: Improvement in bond strength to dentin.

J dent Res 61 : 1070 (1982)

Bowen R.L., Nemoto K., Rapson J.E.

Adhesive bonding of various materials to hard tooth
tissues: Forces developing in composite materials during
hardening.

J Am Dent Assoc 106 : 475 (1983)

Bowen R.L., Cobb E.N.

A method for bonding to dentin and enamel.

J Am Dent Assoc 107 : 734 (1983)

Brännström M., Torstenson B., Nordenvall K.J.

The initial gap around large composite restorations in vitro: The effect of etching enamel walls.

J Dent Res 63 : 681 (1984)

Buonocore M.G.

A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surfaces.

J Dent Res 34 : 849 (1955)

Causton B.E.

Improved bonding of composite restoration to dentine.

Br Dent J 156 : 93 (1984)

Davidson C.L., De Gee A.J.

Relaxation of polymerization contraction stresses by flow in dental composites.

J Dent Res 63 : 146 (1984)

Davidson C.L., De Gee A.J., Feilzer A.

The competition between the composite - dentin bond strength and the polymerization contraction stress.

J Dent Res 63 : 1396 (1984)

Going R.E.

Microleakage around dental restorations : A summarizing review.

J Am Dent Assoc 84 : 1349 (1972)

Goldmann M.

Polymerization shrinkage of resin-based restorative materials.

Aust Dent J 28 : 156 (1983)

Gordon M., Plasschaert A.J.M., Stark M.M.

Microleakage of several tooth-colored restorative materials in cervical cavities. A comparative study in vitro.

Dent Mater 2 : 228 (1986)

Hansen E.K.

Effect of Scotchbond dependent of cavity cleansing, cavity diameter and carvosurface angle.

Scand J Dent Res 92 : 141 (1984)

Hegdahl T., Gjerdet N.T.

Contraction stress of composite resin filling materials.

Acta Odontol Scand 35 : 191 (1977)

Hembree J.H., Andrews J.T.

Microleakage of several Class V anterior restorative materials : A laboratory study.

J Am Dent Assoc 97 : 179 (1978)

Hembree J.H.

In vitro microleakage of a new dental adhesive system.

J Prosth Dent 55 : 442 (1986)

Krejci I., Sparr D., Lutz F.

A three-sided light curing technique for conventional Class II composite resin restorations.

Quintessence Int 18 : 125 (1987)

Krejci I., Lutz F.

Marginal adaptations of Class V restorations using different restorative techniques.

J Dent Res 67 : 119 (1988)

Kullmann W.

Dentinhaft-Komposit und Glasionomerzement zur Restauration zervikaler Läsionen.

Dtsch Zahnärztl Z 40 : 992 (1985)

Lampert F.

Der derzeitige Stand der Komposit-Füllungsmaterialien.

Dtsch Zahnärztekal 42 : 130 (1983)

Laswell H.R., Welk D.A., Regenos J.W.

Attachment of resin restorations to acid pretreated enamel.

J Am Dent Assoc 82 : 558 (1971)

Lee H.L. et al.

Effects of acid etchants on dentin.

J Dent Res 52 : 1228 (1973)

Lutz F., Lüscher B., Ochsenbein H., Mühlemann H.R.

Adhäsive Zahnheilkunde.

Juris Druck, Zürich, 1976

Lutz F.

Beiträge zur Entwicklung von Seitenzahn-Komposits.

Med Habil, Zürich, 1980

Macko D.J., Ruthberg M., Langeland K.

Pulpal response to the application of phosphoric acid to dentin.

Oral Surg 45 : 930 (1978)

Masuhara E.

Die neuentwickelten haftfähigen Kunststoffe und ihre klinische Anwendung.

Dtsch Zahnärztl Z 37 : 156 (1982)

Mc Lean J.W. et al.

The use of Glass-Ionomer-cement in bonding composite resins to dentin.

Br Dent J 158 : 410 (1985)

Munehika T., Nishiyama M., Kobari H., Watanabe I.,

Kubo M., Ohashi M.

Tensile bond strength of restorative composite materials to human dentin.

J Nihon Univ Sch Dent 26 : 243 (1984a)

Munechika T., Iizuka H., Sudo T., Nasu T., Nishiyama M.,
Ohashi M.

Tensile bond strength of restorative composite materials
to etched human dentin.

J Nihon Univ Sch Dent 26 : 291 (1984b)

Munksgaard E.C., Hansen E.K., Asmussen E.

Effect of five adhesives on adaptations of resin in dentin
cavities.

Scand J Dent Res 92 : 544 (1984)

Munksgaard E.C., Irie M., Asmussen E.

Dentin-Polymer bond promoted by Gluma and various resins.

J Dent Res 64 (12) : 1409 (1985a)

Munksgaard E.C., Itoh K., Asmussen E., Jørgensen K.D.

Effect of combining dentin bonding agents.

Scand J Dent Res 93 : 377 (1985b)

Nagata K., Lundeen T.F., Turner D.T.

Improved photochemical bonding of composites to dentin
using 4-methacryloxyethyl trimellitate anhydride.

J Biomed Mat Res 18 : 1089 (1984)

Petrin P.

Rasterelektronenoptischer Nachweis der Dentinhaftung eines
neuentwickelten Bonding-Systems.

Oesterr Z Stomat 80 : 367 (1983)

Qvist V.

Pulp reactions in human teeth to tooth colored filling materials.

Scand J Dent Res 83 : 54 (1975)

Qvist V., Qvist J.

Marginal leakage along Concise in relation to filling procedure.

Scand J Dent Res 85 : 305 (1977)

Sokal R.R., Rohlf F.J.

Biometry.

W.H. Freeman and Co, San Francisco, p 246 (1981)

Torstenon B., Nordenvall K.J., Brännström M.

Pulpal reactions and microorganisms under Clearfil composite resin in deep cavities with acid etched dentin.

Swed Dent J 6 : 167 (1982)

Vojinovic O., Nyborg H., Brännström M.

Acid treatment of cavities under resin filling: Bacterial growth in dentinal tubules and pulpal reactions.

J Dent Res 52 : 1189 (1973)

Wagg B.J.

Root surface caries: A review.

Comm Dent Health 1 : 11 (1984)

10. HERSTELLERVERZEICHNIS

- 1) Durafill Aetzgel, Durafill Bond, Durafill:
Kulzer & Co GmbH, Bad Homburg, BRD
- 2) Ketac-Bond: Espe GmbH, Seefeld, Bayern, BRD
- 3) Gluma: Bayer AG, Bayer Dental, Leverkusen, BRD
- 4) Clearfil Aetzgel, Clearfil New Bond, Clearfil:
Kuraray, Osaka, Japan
- 5) Dental dam: The Hygenic Corporation, Akron, Ohio, USA
- 6) Dycal AF: L.D. Caulk Co., Milford, Delaware, USA
- 7) Zervikalmatrizen:
Hawe-Neos Dental, Gentilino-Lugano, CH
- 8) Composhape Set: Intensiv SA, Viganello-Lugano, CH
- 9) Soflex Discs: 3M Company, St. Paul, Minnesota, USA
- 10) President light body: Coltène AG, Altstätten, CH
- 11) Stycast 1266: Emerson & Cuning, Westerlo-Oevel, B
- 12) Translux CL: Kulzer und Co GmbH, Bad Homburg, BRD

CURRICULUM VITAE

1961	Geboren am 3. März in Thusis GR
1967-1970	Primarschule in Eschenbach LU
1970-1975	Primar- und Sekundarschule in Sargans SG
1975-1979	Kantonsschule mit Eidg. Matura Typus C
1979-1985	Studium der Zahnmedizin an der Universität Zürich
Herbst 85	Eidgenössisches Staatsexamen für Zahnärzte an der Universität Zürich
1985-1987	Assistent in Privatpraxis von Dr.med.dent W. Rupf, Landquart
seit Nov. 87	Assistent in Privatpraxis von Dr.med.dent J. Oswald, Chur

